

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-099842

(43)Date of publication of application : 31.03.1992

(51)Int.Cl.

C22C 38/00

C22C 38/14

(21)Application number : 02-214584

(71)Applicant : KOBE STEEL LTD

(22)Date of filing : 14.08.1990

(72)Inventor : HOSODA TAKUO
YOKOI TOSHIO

(54) THICK HOT-ROLLED STEEL PLATE FOR WORKING SMALL IN PLASTIC ANISOTROPY

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a thick hot-rolled steel plate for working small in plastic anisotropy and having high strength by specifying a compsn. constituted of C, Si, Mn, Al, Ca, Nb, V, Ti and Fe and regulating non-metallic inclusions and the index of a banded structure in a steel.

CONSTITUTION: In a steel contg., by weight, $\leq 0.15\%$ C, 0.01 to 0.50% Si, 0.25 to 1.50% Mn, 0.01 to 0.10% Al, and 0.0005 to 0.0050% Ca, furthermore contg. one or more kinds selected from 0.01 to 0.10% Nb, 0.01 to 0.10% V and 0.01 to 0.10% Ti and/or one or more kinds selected from 0.10 to 1.5% Cu, 0.10 to 1.5% Cr and 0.10 to 1.5% Mo and the balance Fe, the density of non-metallic inclusions having $\geq 1\mu\text{m}$ maximum diameter is regulated to ≤ 10 pieces/mm² and the index of a banded structure I is regulated to $\leq 10^{-4}$ to obtain a thick hot-rolled steel plate for working small in plastic anisotropy; where $I = Pa/Bs$, Pa denotes the areal rate of pearlite in the section in the L direction of the steel plate and Bs denotes the number of layers per 1mm in the layer structure.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑬ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-99842

⑤ Int. Cl.⁵C 22 C 38/00
38/14

識別記号

3 0 1 A

庁内整理番号

7047-4K

④ 公開 平成4年(1992)3月31日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全8頁)

⑭ 発明の名称 塑性異方性の小さい加工用厚物熱間圧延鋼板

⑰ 特 願 平2-214584

⑱ 出 願 平2(1990)8月14日

⑯ 発 明 者 細 田 卓 夫 兵庫県明石市魚住町錦が丘2丁目5-14
 ⑯ 発 明 者 横 井 利 雄 兵庫県神戸市垂水区本多関4丁5番302-401
 ⑰ 出 願 人 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号
 ⑱ 代 理 人 弁理士 丸 木 良 久

明 細 書

1. 発明の名称

塑性異方性の小さい加工用厚物熱間圧延鋼板

2. 特許請求の範囲

(1) C 0.15wt%以下、Si 0.01~0.50wt%、
Mn 0.25~1.50wt%、Al 0.01~0.10wt%、
Ca 0.0005~0.0050wt%

を含有し、さらに、

Nb 0.01~0.10wt%、V 0.01~0.10wt%、
Ti 0.01~0.10wt%

の内から選んだ1種以上

を含有し、残部Feからなる鋼であり、最大直径
が1μm以上の非金属介在物の密度が10個/mm²
以下で、帯状組織指数Iが10⁻⁴以下であること
を特徴とする塑性異方性の小さい加工用厚物熱間
圧延鋼板。

但し、 $I = Pa/Bs$

Pa : 鋼板し方向断面におけるパーラ
イト面積率

Bs : 鋼板し方向断面における板厚方

向の1mm当りの層状組織の本数

(2) C 0.15wt%以下、Si 0.01~0.50wt%、
Mn 0.25~1.50wt%、Al 0.01~0.10wt%、
Ca 0.0005~0.0050wt%

を含有し、さらに、

Cu 0.10~1.5wt%、Cr 0.10~1.5wt%、
Mo 0.10~1.5wt%

の内から選んだ1種以上

を含有し、残部Feからなる鋼であり、最大直径
が1μm以上の非金属介在物の密度が10個/mm²
以下で、帯状組織指数Iが10⁻⁴以下であること
を特徴とする塑性異方性の小さい加工用厚物熱間
圧延鋼板。

但し、 $I = Pa/Bs$

Pa : 鋼板し方向断面におけるパーラ
イト面積率

Bs : 鋼板し方向断面における板厚方
向の1mm当りの層状組織の本数

(3) C 0.15wt%以下、Si 0.01~0.50wt%、
Mn 0.25~1.50wt%、Al 0.01~0.10wt%、

Ca 0.0005~0.0050wt%

を含有し、さらに、

Nb 0.01~0.10wt%、V 0.01~0.10wt%、

Ti 0.01~0.10wt%

の内から選んだ1種以上

を含有し、また、

Cu 0.10~1.5wt%、Cr 0.10~1.5wt%、

Mo 0.10~1.5wt%

の内から選んだ1種以上

を含有し、残留Feからなる鋼であり、最大直径が $1\mu\text{m}$ 以上の非金属介在物の密度が $10\text{個}/\text{mm}^3$ 以下で、帯状組織指数Iが 10^{-2} 以下であることを特徴とする塑性異方性の小さい加工用厚物熱間圧延鋼板。

但し、 $I = P_a / B_s$

P_a : 鋼板L方向断面におけるパーライト面積率

B_s : 鋼板L方向断面における板厚方向の 1mm 当りの層状組織の本数

3. 発明の詳細な説明

-3-

$60\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上で、かつ、板厚 3.2mm 以上の鋼板が自動車用部品等のプレス成形の素材として使用されるようになってきた。当然、プレス成形機械の大型化およびプレス加圧能力の飛躍的な向上により、厚物で高強度部品を成形することが可能となった。

従って、いままでは低強度薄物材料では全然問題にもならなかったことが、大きな技術的な課題として浮かび上がってきたのである。

即ち、上記低強度薄物材料に強化元素を含有させて高強度材料とした厚物のプレス製品においては、材料の塑性異方性がプレス形状の決定に大きく影響し、等方的な寸法精度とするためには、プレス工程数を増加させたり、金型を特殊な形状や材質とする等の作業工程の増加や作業の繁雑さ、さらには、大幅なコスト上昇を招来することになったことがわかった。

特に、絞り加工の肩の部分においては、立上りの肩(R)が位置により大きく異なる等、後工程の加工寸法の如何によってはプレス成形による製造

[産業上の利用分野]

本発明は塑性異方性の小さい加工用厚物熱間圧延鋼板に関し、さらに詳しくは、機械的性質、金属組織の均質性、等方性が高く、優れたプレス成形性を有する引張強さ $60\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上で、板厚が 3.2mm 以上の塑性異方性の小さい加工用厚物熱間圧延鋼板に関するものである。

[従来技術]

最近、自動車用部品等の製造にプレス成形が行なわれることが、益々多くなってきている。

従来においては、熱間鍛造、鋳造または焼結等の方法によって製造されていた自動車用部品等を、軽量化およびコスト軽減のために鋼板からプレス成形により製造することが行なわれている。

そして、従来においては一般的に行なわれてきていた、引張強さが $45\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以下の比較的に低強度であって 3.2mm 厚以下の薄物、また、引張強さ $60\sim 80\text{kgf}/\text{mm}^2$ クラスの高強度であれば、 2mm 厚程度の鋼板から自動車用部品等を製造する傾向に変化が起り始めた。即ち、引張強さ

-4-

を断念しなければならないという問題がある。

従って、このような従来技術の問題を解決することが緊急の要望であるといえる。

[発明が解決しようとする課題]

本発明は上記に説明した従来技術における自動車用部品等の高強度厚物部品のプレス成形時に発生する問題点に鑑み、本発明者が鋭意研究を行い、検討を重ねた結果、使用する鋼の含有成分および成分割合、不可避不純物、組織状態を適切に選択することにより、引張強さ $60\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上、板厚 3.2mm 以上で、プレス成形等冷間加工時の塑性異方性が極めて小さく、成形時の寸法、形状を等方的に確保することができる高強度で厚物熱間圧延鋼板を開発したのである。

[問題点を解決するための手段]

本発明に係る塑性異方性の小さい加工用厚物熱間圧延鋼板は、

(1) C 0.15wt%以下、Si 0.01~0.50wt%、

Mn 0.25~1.50wt%、Al 0.01~0.10wt%、

Ca 0.0005~0.0050wt%

-5-

-6-

を含有し、さらに、

Nb 0.01~0.10wt%、V 0.01~0.10wt%、

Ti 0.01~0.10wt%

の内から選んだ1種以上

を含有し、残部Feからなる鋼であり、最大直径が1μm以上の非金属介在物の密度が10個/mm³以下で、粒状組織指数Iが10⁻⁴以下であることを特徴とする塑性異方性の小さい加工用厚物熱間圧延鋼板。

但し、 $I = Pa/Bs$

Pa : 鋼板L方向断面におけるパーラ
イト面積率

Bs : 鋼板L方向断面における板厚方
向の1mm当りの層状組織の本数

を第1の発明とし、

(2) C 0.15wt%以下、Si 0.01~0.50wt%、

Mn 0.25~1.50wt%、Al 0.01~0.10wt%、

Ca 0.0005~0.0050wt%

を含有し、さらに、

Cu 0.10~1.5wt%、Cr 0.10~1.5wt%、

-7-

を含有し、また、

Cu 0.10~1.5wt%、Cr 0.10~1.5wt%、

Mo 0.10~1.5wt%

の内から選んだ1種以上

を含有し、残部Feからなる鋼であり、最大直径が1μm以上の非金属介在物の密度が10個/mm³以下で、粒状組織指数Iが10⁻⁴以下であることを特徴とする塑性異方性の小さい加工用厚物熱間圧延鋼板。

但し、 $I = Pa/Bs$

Pa : 鋼板L方向断面におけるパーラ
イト面積率

Bs : 鋼板L方向断面における板厚方
向の1mm当りの層状組織の本数

を第3の発明とする3つの発明よりなるものである。

本発明に係る塑性異方性の小さい加工用厚物熱間圧延鋼板について、以下詳細に説明する。

まず、本発明に係る塑性異方性の小さい加工用厚物熱間圧延鋼板の含有成分および成分割合につ

Mo 0.10~1.5wt%

の内から選んだ1種以上

を含有し、残部Feからなる鋼であり、最大直径が1μm以上の非金属介在物の密度が10個/mm³以下で、粒状組織指数Iが10⁻⁴以下であることを特徴とする塑性異方性の小さい加工用厚物熱間圧延鋼板。

但し、 $I = Pa/Bs$

Pa : 鋼板L方向断面におけるパーラ
イト面積率

Bs : 鋼板L方向断面における板厚方
向の1mm当りの層状組織の本数

を第2の発明とし、

(3) C 0.15wt%以下、Si 0.01~0.50wt%、

Mn 0.25~1.50wt%、Al 0.01~0.10wt%、

Ca 0.0005~0.0050wt%

を含有し、さらに、

Nb 0.01~0.10wt%、V 0.01~0.10wt%、

Ti 0.01~0.10wt%

の内から選んだ1種以上

-8-

いて説明する。

Cは鋼板の強度を高くするために有効な元素であり、含有量が0.15wt%を越えて含有させると自動車用鋼材としては、プレス成形性、溶接性等の効率が悪化する。よって、C含有量は0.15wt%以下とする。

Siは製鋼時の脱酸に必要であると共に固溶化による鋼の強度向上に必要な元素であり、含有量が0.01wt%未満では脱酸が不十分であり、清浄な鋼が得られず、また、0.50wt%を越えて含有させると冷間加工性が低下し、または、熱間圧延時に、所謂、Si赤スケールが発生し易くなり、鋼板表面性状の劣化に起因する切欠効果が大きくなり、延性が低下する。よって、Si含有量は0.01~0.50wt%とする。

Mnは焼入れ性を向上させ、強度を高くし、同時に熱間圧延時のSによる熱間脆性を防止する元素であり、含有量が0.25wt%未満では高強度鋼としての強度が不足し、また、1.50wt%を越えて含有させると強度が高くなりすぎ、製造時のMn

-9-

-10-

の偏析増大に伴って、冷間加工性が低下するようになる。よって、Mn含有量は 0.25~1.50wt%とする。

Alは脱酸元素としては、含有量は少なくとも 0.01wt%は必要であり、また、0.10wt%を越えて含有させると介在物が増加する。よって、Al含有量は 0.01~0.10wt%とする。

Caは硫化物を展伸状から球状にする形態制御によって、機械的異方性を小さくし、延性および靱性を改善する効果を付与する元素であり、含有量が 0.0005wt%未満ではこのような効果は期待することができず、また、0.0050wt%を越えて含有させると鋼中の非金属介在物が増大し、延性、靱性が低下する。よって、Ca含有量は 0.0005~0.0050wt%とする。

Nb、V、Tiは熱間圧延条件との兼ね合いにより鋼の強度を高くするのに有効な元素であり、Nb含有量、V含有量、Ti含有量が 0.01wt%未満では充分な強度が得られず、また、0.10wt%を越えて多く含有させると強度の異方性が大きくなり、

塑性異方性を大きくする。よって、Nb含有量は 0.01~0.10wt%、V含有量は 0.10~0.10wt%、Ti含有量は 0.10~0.10wt%とする。

Cu、Cr、Moは固溶または析出状態において鋼の強度を高くする元素であり、Cu含有量、Cr含有量、Mo含有量が 0.10wt%未満では充分な強度が得られず、また、1.5wt%を越えて含有させると冷間加工性が低下する。よって、Cu含有量 0.10~1.5wt%、Cr含有量 0.10~1.5wt%、Mo含有量 0.10~1.5wt%とする。

本発明に係る塑性異方性の小さい加工用厚物熱間圧延鋼板においては、優れた冷間加工性を保持するためには、上記に説明した含有成分以外の元素として、P、S、O、N等は冷間加工性に有害であるから、できるだけ低いことが望ましいのである。

次に、非金属介在物および帯状組織について説明する。

最大直径が $1\mu\text{m}$ 以上の非金属介在物の密度が $10\text{個}/\text{mm}^3$ 以下とするのであるが、Caを含有さ

-11-

せて $1\mu\text{m}$ 以上の最大直径の非金属介在物の密度を $10\text{個}/\text{mm}^3$ 以下とすると、圧延方向の全伸び(E_{IL})と圧延直角方向の全伸び(E_{IT})の差、即ち、 $\Delta E_l = E_{IL} - E_{IT}$ は殆どなくなり、これが塑性異方性の減少に大きく寄与するのである(後記する第1図参照)。

最大直径の大きな非金属介在物を低減するには、P、S、N、O等の不純物元素の含有量をできるだけ低くすると共に、製鋼工程においてDH脱ガス方法またはRH脱ガス方法等により充分に脱ガスを行なう。

ミクロ組織の均一性を確保することにより、降伏強度の異方性が減少し、塑性異方性の減少に寄与するのである。

そして、鋼板の圧延方向断面の測定面におけるパーライト面積率をPaとし、同様に測定面における層状組織の1mm長さあたりの板厚方向本数をBsとする時、 $I = Pa/Bs$ で定義する帯状組織指数Iが 10^{-4} 以下では、

$\Delta YS = Y_{ST} - Y_{SL}$ が $1\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以下にな

-13-

-12-

り、塑性異方性が減少する(Y_{ST} : 圧延直角方向降伏強度、 Y_{SL} : 圧延方向降伏強度、後記する第2図参照)。

帯状組織指数Iを 10^{-4} 以下にするためには、熱間圧延ランアウトテーブル上での鋼板の冷却速度を $40^\circ\text{C}/\text{sec}$ 以上、巻取温度を 550°C 以下とする必要がある(後記する第3図参照)。

なお、第1図、第2図および第3図の数字は第1表の鋼番号を示している。

[実施例]

本発明に係る塑性異方性の小さい加工用厚物熱間圧延鋼板の実施例を説明する。

実施例

第1表に示す含有成分および成分割合の鋼の溶製は、通常の製鋼法により行なうことができるが、また、スラブの製造も、造塊、分塊圧延または連続鍛造の何れによってもよい。

鋼番号1~9は本発明に係る塑性異方性の小さい加工用厚物熱間圧延鋼板であり、鋼番号10~11は比較鋼である。

-14-

これらの鋼を第2表に示す条件により熱間圧延を行ない、第2表に示す機械的性質、内部品質の鋼を製造した。

これらの鋼板の塑性異方性を判定するために、第4図に示すように、外径30φのポンチPにより、直径30mm、高さ30mmの張出し加工を行なった。

この場合の厚さ t の鋼板は、塑性異方性で第4図(b)に示すような穴の入り口(第4図(a)ではA-A'の投影)が矩形になる。

そして、鋼板面からのだれ形状の真円度を第4図(b)の ds/dr の比率により評価する。

この $ds/dr < 1.1$ を塑性異方性が良好であるとし、判定は○とし、 $ds/dr \geq 1.1$ を劣るとし、判定は×とする。

即ち、

$ds/dr =$ 真円

$ds/dr < 1.1$ 塑性異方性小 (良好)

$ds/dr \geq 1.1$ 塑性異方性大 (劣る)

である。

第1表

鋼 番号	化 学 成 分 (wt%)									
	C	Si	Mn	Al	Ca	Nb	V	Ti	Cu	Cr
1	0.05	0.13	1.08	0.03	0.0023	0.031	-	-	-	-
2	0.05	0.11	0.92	0.025	0.0019	-	0.062	-	-	-
3	0.04	0.13	1.06	0.033	0.0015	-	-	0.046	-	-
4	0.08	0.08	0.85	0.028	0.0018	0.028	0.046	-	-	-
5	0.05	0.15	0.90	0.036	0.0020	-	-	-	1.01	-
6	0.05	0.13	1.21	0.030	0.0028	-	-	-	-	0.52
7	0.05	0.15	0.92	0.032	0.0019	-	-	-	-	-
8	0.04	0.15	0.90	0.041	0.0022	-	-	-	1.02	0.50
9	0.07	0.06	0.90	0.029	0.0027	0.061	-	-	0.98	-
10	0.18	0.25	1.02	0.032	-	-	-	-	-	-
11	0.12	0.22	1.31	0.028	-	0.025	-	-	-	-
12	0.05	0.13	1.20	0.029	-	-	-	-	-	0.51
13	0.04	0.12	1.05	0.030	-	0.058	-	-	1.01	-

-16-

-15-

第 2 表

順 番 号	板 厚 (mm)	ランアウトデ ーブル上冷却 速度(°C/sec)	巻取温度 (°C)	降伏強度 (kgf/mm ²)				全伸び (%)				非金属 夹杂物 密度 (個/mm ²)	帯状組織 指数 I	塑性異方性		引張強さ (kgf/mm ²)
				T方向 YST	L方向 YSL	ΔYS		T方向 EIT	L方向 EIL	ΔEI				指数 d	判定	
1	3.2	50	550	56.8	56.3	0.5		28.6	29.4	0.8		6.0	5×10 ³	1.1	○	67.5
2	"	65	"	53.2	52.8	0.4		29.4	30.3	0.9		8.1	9×10 ³	1.05	○	65.2
3	"	55	"	54.6	54.5	0.1		30.2	30.6	0.4		7.3	2×10 ³	1.05	○	63.8
4	"	100	"	61.0	60.8	0.2		26.9	27.7	0.8		4.2	1.5×10 ³	1.1	○	70.2
5	4.5	80	500	50.8	50.6	0.2		31.5	31.9	0.4		5.0	2×10 ³	1.1	○	66.4
6	"	45	"	52.4	51.8	0.6		30.1	30.7	0.6		9.5	2.5×10 ³	1.05	○	62.8
7	"	55	"	48.6	48.3	0.3		30.5	31.1	0.6		3.9	1×10 ³	1.05	○	55.4
8	"	60	"	53.2	52.9	0.3		27.6	28.2	0.6		4.5	5×10 ³	1.05	○	63.9
9	"	70	"	55.3	54.9	0.4		28.4	29.0	0.6		5.5	4×10 ³	1.1	○	67.2
10	3.2	40	600	44.5	41.9	2.6		28.6	31.2	2.6		16.2	1.1×10 ³	1.2	×	58.4
11	4.5	6	500	54.3	53.3	3.0		27.2	30.5	3.3		38.9	2×10 ³	1.25	×	60.2
12	"	15	550	50.7	48.6	2.1		28.4	31.6	3.2		22.9	2.5×10 ³	1.2	×	59.4
13	1.2	65	600	56.9	55.4	1.5		26.2	29.3	3.1		17.0	2.5×10 ³	1.2	×	65.8

-17-

〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明に係る塑性異方性の少ない加工用厚物熱間圧延鋼板は上記の構成であるから、塑性異方性が極めて少なく、プレス成形性等の冷間加工後の形状および寸法精度が優れているという効果を有するものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は非金属介在物の密度と $\Delta EL(\%)$ との関係を示す図、第2図は帯状組織指数と ΔYS との関係を示す図、第3図は冷却速度と帯状組織指数との関係を示す図、第4図は塑性異方性の試験装置の概略図である。

特許出願人 株式会社 神戸製鋼所

代理人 弁理士 丸 木 良 久



- 18 -

図
一
本

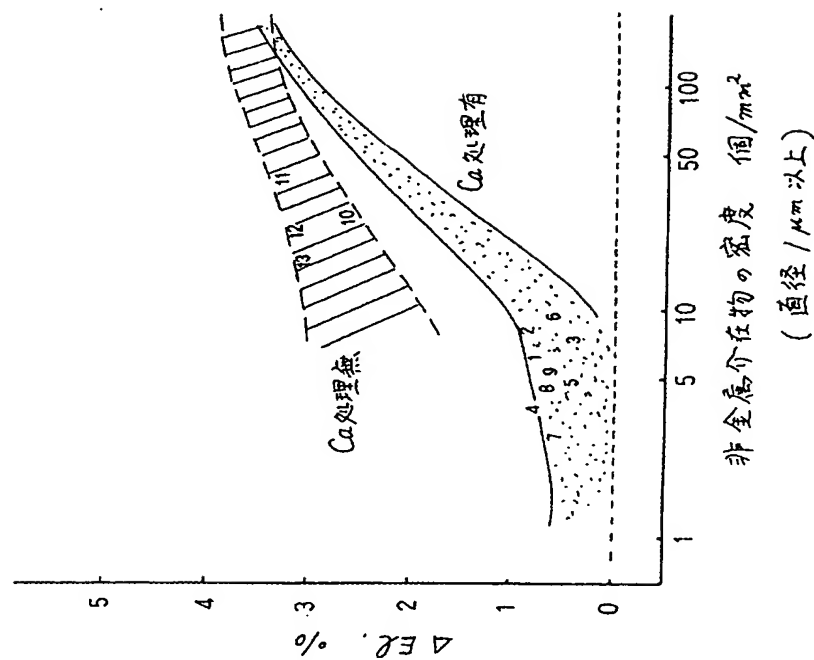


图 2

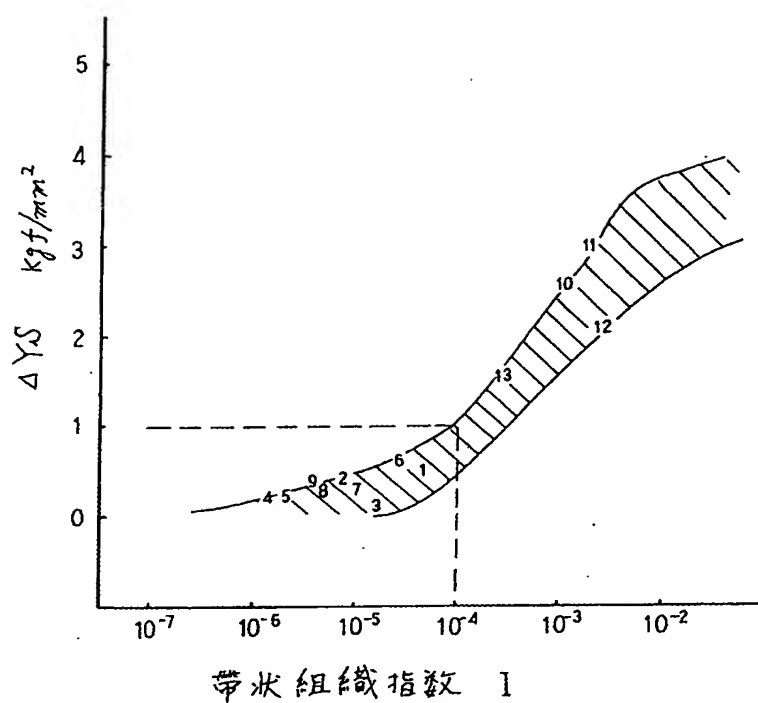


图 3

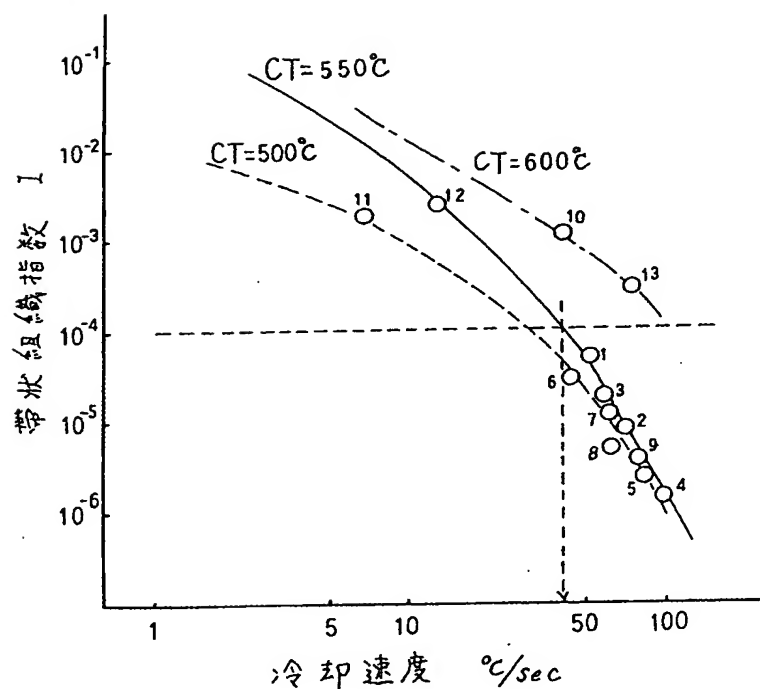


图 4

